I Erläuterungen

Voraussetzungen gemäß KCBG und Abiturerlassen BG jeweils in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung

Standardbezug
Die nachfolgend ausgewiesenen Kompetenzbereiche sind für die Bearbeitung der jeweiligen Aufgabe besonders bedeutsam. Darüber hinaus können weitere, hier nicht explizit ausgewiesene Kompetenzen für die Bearbeitung der Aufgabe nachrangig bedeutsam sein, zumal die Kompetenzen in engem Bezug zueinander stehen. Die Operationalisierung des Bezugs zu den Kompetenzbereichen des Standardbezugs erfolgt in Abschnitt II.

Aufgabe	**Kompetenzbereiche**				
	K1	**K2**	**K3**	**K4**	**K5**
1.1	**X**				
1.2		**X**			
1.3		**X**			
1.4.1	**X**				
1.4.2		**X**		**X**	
1.5.1				**X**	
1.5.2					**X**
2.1	**X**				
2.2	**X**	**X**			**X**
2.3			**X**		**X**
2.4.1	**X**		**X**		
2.4.2		**X**			

Inhaltlicher Bezug
Die nachfolgend ausgewiesenen Themenfelder sind die wesentliche inhaltliche Grundlage für die vorliegenden Aufgaben. Darüber hinaus können weitere, hier nicht explizit ausgewiesene Themenfelder für die Bearbeitung nachrangig bedeutsam sein.
Q1: Biochemische Grundlagen der Biologietechnik
Q2: Molekularbiologische und gentechnische Grundlagen der Biologietechnik
Q3: Theorie der Biologietechnik in Verfahren und Anwendungen

verbindliche Themenfelder:
Biochemie des Stoffwechsels und der Kohlenhydrate (Q1.2), Enzymologische Verfahren (Q1.5), Molekularbiologische Grundlagen (Q2.1), Immunbiologische Grundlagen und abgeleitete technische Verfahren (Q3.2)

II Lösungshinweise

In den nachfolgenden Lösungshinweisen sind alle wesentlichen Gesichtspunkte, die bei der Bearbeitung der einzelnen Aufgaben zu berücksichtigen sind, konkret genannt und diejenigen Lösungswege aufgezeigt, welche die Prüflinge erfahrungsgemäß einschlagen werden. Selbstverständlich sind jedoch Lösungswege, die von den vorgegebenen abweichen, aber als gleichwertig betrachtet werden können, ebenso zu akzeptieren.

Nicht für den Prüfling bestimmt

Aufg.	**erwartete Leistungen**	**BE**		
		I	**II**	**III**
1.1	darstellen lytischer Zyklus Adsorption und Einschleusung Das Virus bindet an speziellen Anheftungsstellen nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip. Anschließend wird die Viren-DNA in die Zelle eingeschleust. Latenzphase Der Stoffwechsel der Bakterienzelle wird umgestellt. Folgende Prozesse finden nun statt: Virusenzyme werden hergestellt, die Virus-DNA wird vermehrt, Virenproteine (Hüllproteine) und das zellwandauflösende Enzym Lysozym werden produziert. Diese bakterielle Biosynthese wird durch die virale DNA kontrolliert, das Bakterienchromosom wird abgebaut. Reifung Die Bestandteile der Viren werden zusammengebaut. Freisetzung Das Viren-Enzym löst die Bakterienzellwand auf. Die Zelle platzt auf und gibt die Viren frei. Diesen Vorgang bezeichnet man als Lyse (Auflösung). lysogener Zyklus Adsorption und Einschleusung wie oben. Bei den lysogenen Viren wird nach der Infektion die Erbinformation in die DNA der Wirtszelle eingebaut. So entsteht ein Provirus. Mit jeder Teilung des Bakteriums wird die Viren-DNA zusammen mit dem genetischen Material der Wirtszelle verdoppelt. Somit enthält jede Tochterzelle der infizierten Zelle die Viren-DNA. Gerät die Zelle unter Stress, z.B. durch UV-Strahlung oder durch das Einwirken mutagener Substanzen, kann die Viren-DNA, der sogenannte Provirus, aus dem Bakterienchromosom wieder freigesetzt werden und der lytische Zyklus läuft ab.	10		

Nicht für den Prüfling bestimmt

Aufg.	erwartete Leistungen	BE		
		I	II	III
1.2	erläutern Das Homogenisieren des Blattstücks in einem Puffer zerstört die Pflanzenzellen und die Viren werden freigesetzt. Die Zinken des Kamms sind mit Antikörpern beschichtet, die PFBV spezifisch erkennen. Die Viren, d.h. die Antigene aus dem Testserum, binden an diese immobilisierten Antikörper, wenn der Kamm eingetaucht wird. Es entsteht der Antigen-Antikörper-Komplex. Gründliches Waschen entfernt Stoffe, die in der Probelösung (dem Blatthomogenat) noch vorhanden sind und die evtl. stören könnten. Die Konjugatlösung besteht aus in einem Puffer suspendierten zweiten PFBV-Antikörper, markiert mit Enzym-Konjugat. Das Konjugat bindet an den Antigen-Antikörper-Komplex, wenn der Kamm eingetaucht wird. Gründliches Waschen entfernt die nicht gebundenen Konjugat-Antikörper. Der Kamm wird in das farblose Substrat getaucht und die Peroxidase setzt das Substrat in einen blauen Farbstoff um. Der Virusbefall der Proben kann nun visuell qualitativ beurteilt werden. Die Inkubationszeiten zwischen den einzelnen Schritten müssen eingehalten werden, damit die jeweilige Reaktion möglichst vollständig ablaufen kann.		9	
1.3	begründen Die Kontrollen dienen der Überprüfung des Tests und der qualitativen Beurteilung der Proben. Der Test hat einwandfrei funktioniert, wenn die Positivkontrolle eine intensive Blaufärbung zeigt, während die Negativkontrolle farblos bleibt. Jede Probe, die eine deutlich von der Negativ-Kontrolle unterscheidbare Farbreaktion zeigt, ist sicher infiziert. Jede Probe, die nicht intensiver als die Negativkontrolle angefärbt ist, ist sehr wahrscheinlich nicht infiziert.		3	
1.4.1	skizzieren, beschriften Lichtquelle Mono-chromator Blende Küvette Detektor mit Anzeige-instrument geändert nach: https://www.lkv.uni-rostock.de › GP_Script2017. (abgerufen am 02.04.2021). skizzieren beschriften erläutern Stoffe in einer Probe absorbieren Licht unterschiedlicher Wellenlängen. Bei der Messung durchdringt monochromatisiertes Licht passender Wellenlänge die Probe und wird je nach Konzentration des gesuchten Stoffes mehr oder weniger stark absorbiert. Die Extinktion ist nach LAMBERT-BEER proportional zur Konzentration des gesuchten Stoffes und wird vom Detektor erfasst.	1 2	4	

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
1.4.2	überführen	4	3	
	auswerten Die Viruskonzentration der Probe 1 liegt dicht an Kontrolle 1, sie ist mit ca. 2,8 ng/mL kaum belastet . Probe 2 zeigt einen hohen Wert von 500 ng/m, damit liegt eindeutig eine Infektion vor.		3	

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
1.5.1	darstellen Das Antigen wird einer Maus injiziert. → Nach einer deutlichen Immunantwort wird die Milz entfernt. → B-Lymphozyten aus der Milz werden isoliert. Myelomzellen werden kultiviert. → B-Lymphozyten werden mit Myelomzellen vermischt und inkubiert. → Dabei fusionieren B-Lymphocyten und Myelomzellen zu Hybridomzellen. → Die Mischung wird auf einem Mangelmedium ausplattiert. → Die Hybridomzellen wachsen, alle anderen Zellen sterben ab. → Hybridomzellen, die den gewünschten Antikörper produzieren, werden isoliert und weiter kultiviert. → Die Antikörper werden geerntet.	8		
1.5.2	aufzeigen Vorteile: Da keine Tiere immunisiert werden müssen, entfällt die Tierhaltung. Außerdem sind Mikroorganismen wie *Escherichia coli* leicht zu handhaben und zu vermehren, während Zellkulturen tierischer Zellen sehr viel aufwendiger und schwieriger zu handhaben sind. So können sowohl Kosten als auch Zeit eingespart werden. Ethische Bedenken bzgl. des Tierschutzes entfallen.			4
	Summe 51	**25**	**22**	**4**

Nicht für den Prüfling bestimmt

Aufg.	erwartete Leistungen	BE		
		I	II	III
2.1	erläutern In der Atmungskette wird aus den Wasserstoffatomen der reduzierten Coenzyme NADH + H^+ und $FADH_2$ (aus Citratzyklus und anderen katabolen Stoffwechselwegen) und dem bei der Atmung aufgenommenen Sauerstoff Wasser gebildet. Dabei wird Energie freigesetzt, die zur Bildung von ATP genutzt wird. Formal entspricht die Reaktion der Knallgasreaktion. In der Atmungskette erfolgt die Energiefreisetzung in kleinen Schritten: Wasserstoff wird in Protonen und Elektronen getrennt. Die Elektronen werden in der inneren Mitochondrienmembran nacheinander über Redoxsysteme (z. B. Ubichinon, Cytochrom c) mit immer positiveren Redoxpotenzialen transportiert. Dabei wird portionsweise Energie freigesetzt. Mithilfe dieser Energie werden Protonen durch Enzymkomplexe in der Membran von der Matrix in den Intermembranraum der Mitochondrien gepumpt, so dass ein Protonengradient entsteht. Beim Rückfluss der Protonen in die Matrix wird die freigesetzte Energie genutzt, um ATP mithilfe der ATP-Synthase aus ADP + Phosphat zu bilden. Die Elektronen werden am Ende der Elektronentransportkette auf Sauerstoff übertragen. Der dadurch negativ geladene Sauerstoff verbindet sich mit Protonen aus dem Matrixraum zu Wasser.		10	

Aufg.	erwartete Leistungen	BE		
		I	II	III
2.2	beschreiben, erklären Die Kurve für den Anteil des im Muskel gespeicherten ATPs sinkt innerhalb der ersten ein bis zwei Sekunden der Belastung von 100% auf praktisch null. In diesem Zeitraum der Belastung verbraucht die Muskelzelle das gespeicherte ATP. In dem Maße wie es verbraucht wird und der Anteil an der Energiebereitstellung abnimmt, nimmt der Anteil des Kreatinphosphats an der Energiebereitstellung zu: er steigt von wenigen Prozent zu Beginn der Belastung auf etwa 90 %. Der Muskelzelle steht wieder neues ATP zur Verfügung, indem die Phosphatgruppe von Kreatinphosphat auf ADP übertragen wird. Bereits nach ca. 15 Sekunden beginnt der Anteil an Kreatinphosphat aber merklich zu fallen, bis nach ca. 30 Sekunden auch dieser Energiespeicher im Muskel erschöpft ist. Der Anteil der anaeroben Dissimilation an der Energiebereitstellung beginnt gleichzeitig mit der Belastung und steigt zunächst relativ langsam an. Ab ca. 20 Sekunden Belastungsdauer steigt ihr Anteil stark an und erreicht bei ca. 40 Sekunden Belastungsdauer ein Maximum von ca. 80 %. Danach sinkt die anaerobe Dissimilation wieder kontinuierlich. In der Zeit zwischen 25 und ca. 65 Sekunden stellt sie die Hauptenergiequelle der Muskelzelle dar. Es handelt sich dabei um die Glykolyse und die sich anschließende Gärung, die beide keinen Sauerstoff benötigen, aber einen kleinen Anteil an ATP bereitstellen (Glykolyse) sowie das Reduktionsäquivalent NAD^+ wieder regenerieren (Milchsäuregärung) können. Die aerobe Dissimilation gewinnt ab einer Belastungsdauer von 10 bis 15 Sekunden zunehmend an Bedeutung. Nach 100 Sekunden Belastung ist ihr Anteil auf ca. 80 % gestiegen, während der anaerobe Anteil auf ca. 20 % gesunken ist. Die aerobe Dissimilation, also die Zellatmung, spielt in den ersten 20 Sekunden praktisch keine Rolle bei der Energiebereitstellung. Mit zunehmender Belastungszeit steigt die Sauerstoffaufnahme durch Erhöhung der Atmungsintensität des Läufers von ca. 0,3 Liter pro Minute (Ruhewert) an und erreicht bei ca. 65 Sekunden einen konstant bleibenden Wert von ca. 2,5 Liter pro Minute. Dies ist der Zeitpunkt, an dem der Anteil der Zellatmung den Anteil der anaeroben Energiegewinnung überschreitet. beschreiben erklären	5	2	8

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
2.3	erklären Bei den Wettkämpfen in über 2 000 m Höhe zeigen sich bei den Läufen über 400 m verbesserte Leistungen gegenüber den entsprechenden Zeiten im Flachland. Hier macht sich die „dünnere Luft" des höher gelegenen Gebiets bemerkbar, der Luftwiderstand ist für den Läufer geringer. Anteilig macht sich dieser Effekt stärker bemerkbar, je länger der Lauf andauert. Bei einer Distanz von 800 m verschlechtern sich die Leistungen. Hier spielt anscheinend der geringere Luftwiderstand keine Rolle mehr. Die Weltrekordzeiten ab 800 m liegen deutlich über einer Minute. Abbildung 4.1 zeigt, dass ab ca. 70 Sekunden Belastungsdauer im Normalfall die aerobe Dissimilation den Hauptanteil an der Energiebereitstellung der Muskelzelle hat. In der großen Höhe steht dem Läufer aufgrund der „dünneren Luft" weniger Sauerstoff zur Verfügung als dem Läufer im Flachland. Die dadurch verminderte aerobe Dissimilation bedeutet für ihn einen geringeren ATP-Gewinn und daher schlechtere Leistung. Für die Kurzstreckenläufer bis 400 m, deren Rekordzeiten unter 45 Sekunden liegen, macht sich dieser Effekt nicht bemerkbar, weil die Energiebereitstellung während dieser Zeit durch ATP, Kreatinphosphat und anaerobe Dissimilation gesichert ist, während die aerobe Dissimilation hier nur einen sehr geringen Anteil liefert.			10
2.4.1	ergänzen, aufzeigen 2 NAD⁺ · 2 NADH / H⁺ · Glukose-6-Ⓟ · 2 ADP + 2 Pi · 2 ATP · Pyruvat · 2 NADH / H⁺ · 2 NAD⁺ · Laktat-Dehydrogenase · Laktat Bei der im Material gezeigten Reaktion wird das energiereiche Molekül Glukose-6-Phosphat oxidativ zu Pyruvat abgebaut. Die Reduktionsäquivalente, das sind die Elektronen, die bei solchen Redoxreaktionen entweder direkt oder in Form von Wasserstoff übertragen werden, werden dabei zunächst an Coenzyme gebunden. Bei der Oxidation von Glukose-6-Phosphat werden die betreffenden Elektronen in Form von Wasserstoff auf das Coenzym NAD+ übertragen, es entsteht dessen reduzierte Form NADH durch Aufnahme von zwei Elektronen und einem Proton. Bei der Umwandlung von Pyruvat in Laktat gibt das reduzierte Coenzym die aufgenommenen Reduktionsäquivalente an das Substrat der Enzymreaktion ab und wird dadurch wieder zu NAD+ oxidiert. Pyruvat wird durch die Aufnahme der Reduktionsäquivalente reduziert. ergänzen aufzeigen		 3 3	

Aufg.	erwartete Leistungen	BE		
		I	II	III
2.4.2	entwickeln Beim 400 m-Läufer wird die Energie hauptsächlich auf anaerobem Weg, d. h. durch Glykolyse und Milchsäuregärung, gedeckt, wie ein Vergleich der Weltrekordzeit im 400 m-Lauf mit Abb. 4.1 zeigt: Nach 40 bis 50 Sekunden Laufzeit ist der anaerobe Anteil maximal. Laktat wird im Körper angehäuft. Abb. 5.2 zeigt, dass das während der Belastung angehäufte Laktat nach Ende der Belastung relativ schnell wieder abgebaut wird. Dabei entsteht Pyruvat, das über den Citratzyklus und die Atmungskette abgebaut werden kann. Durch das intensive Atmen kann die Atmungskette und damit auch der Citratzyklus verstärkt ablaufen. Intensives Atmen fördert also den Laktat-Abbau nach der Belastungsphase.			8
	Summe 49	**5**	**18**	**26**

III Bewertung und Beurteilung

Die Bewertung und Beurteilung erfolgt unter Beachtung der nachfolgenden Vorgaben nach § 33 der Oberstufen- und Abiturverordnung (OAVO) in der jeweils geltenden Fassung. Bei der Bewertung und Beurteilung der sprachlichen Richtigkeit in der deutschen Sprache sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 12 Satz 3 OAVO in Verbindung mit Anlage 9b anzuwenden.

Bei Bewertung und Beurteilung erfolgt unter Beachtung der nachfolgenden Vorgaben nach § 33 der Oberstufen- und Abiturverordnung (OAVO) in der jeweils geltenden Fassung. Bei der Bewertung und Beurteilung der sprachlichen Richtigkeit in der deutschen Sprache sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 12 Satz 3 OAVO in Verbindung mit Anlage 9b anzuwenden.

Bei der Bewertung und Beurteilung der Übersetzungsleistung in den Fächern Latein und Altgriechisch sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 14 OAVO in Verbindung mit Anlage 9c anzuwenden.

Der Fehlerindex ist nach Anlage 9b zu § 9 Abs. 12 OAVO zu berechnen. Für die Ermittlung der Punkte nach Anlage 9a zu § 9 Abs. 12 OAVO sowie Anlage 9c zu § 9 Abs. 14 OAVO wird jeweils der ganzzahlige nicht gerundete Prozentsatz bzw. Fehlerindex zugrunde gelegt.

Für die Bewertung in den modernen Fremdsprachen ist der „Erlass zur Bewertung und Beurteilung von schriftlichen Arbeiten in allen Grund- und Leistungskursen der neu beginnenden und fortgeführten modernen Fremdsprachen in der gymnasialen Oberstufe, dem beruflichen Gymnasium, dem Abendgymnasium und dem Hessenkolleg“ vom 7. August 2020 (ABl. S. 519) zugrunde zu legen. Demnach erfolgt die Bewertung und Beurteilung mit der Maßgabe, dass lediglich bei der Ermittlung des Prüfungsergebnisses (Note) aus Prüfungsteil 1 und 2 gerundet wird.

Darüber hinaus sind die Vorgaben der Erlasse „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen (Abiturerlass)“ und „Durchführungsbestimmungen zum Landesabitur“ in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung zu beachten.

Als Kriterien für die Bewertung und Beurteilung dienen unter Beachtung der Zielsetzung der gymnasialen Oberstufe nach § 1 Abs. 2 OAVO neben dem Inhaltlichen auch die in den Kerncurricula genannten überfachlichen Kompetenzen, insbesondere die Sprachkompetenz und Wissenschaftspropädeutik; dies zeigt sich u.a. in qualitativen Merkmalen wie Strukturierung, Differenziertheit, (fach-)sprachlicher Gestaltung und Schlüssigkeit der Argumentation.

Im Fach Biologietechnik besteht die Prüfungsleistung aus der Bearbeitung eines Vorschlags, wofür insgesamt maximal 100 BE vergeben werden können. Ein Prüfungsergebnis von **5 Punkten (ausreichend)** setzt voraus, dass mindestens 45% der zu vergebenden BE erreicht werden. Ein Prüfungsergebnis von **11 Punkten (gut)** setzt voraus, dass mindestens 75% der zu vergebenden BE erreicht werden.

Gewichtung der Aufgaben und Zuordnung der Bewertungseinheiten zu den Anforderungsbereichen

Aufgabe	Bewertungseinheiten in den Anforderungsbereichen			Summe
	AFB I	AFB II	AFB III	
1	25	22	4	**51**
2	5	18	26	**49**
Summe	**30**	**40**	**30**	**100**

Die auf die Anforderungsbereiche verteilten Bewertungseinheiten innerhalb der Aufgaben sind als Richtwerte zu verstehen.